

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
4 août 2005 (04.08.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2005/071691 A3**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **G21C 3/17**,  
3/10, 3/18

(71) **Déposant** (pour tous les États désignés sauf US) : **FRAM-  
ATOME ANP** [FR/FR]; Tour Areva, 1, place de la  
Coupole, F-92400 Courbevoie (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2004/003103

(72) **Inventeur**; et  
(75) **Inventeur/Déposant** (pour US seulement) : **BLAUDIN  
DE THE, François** [FR/FR]; 29, avenue Pasteur, F-69370  
Saint Didier Au Mont D'or (FR).

(22) Date de dépôt international :  
2 décembre 2004 (02.12.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(74) **Mandataires** : **BOUGET, Lucien** etc.; Cabinet Lavoix, 2,  
place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).

(26) Langue de publication : français

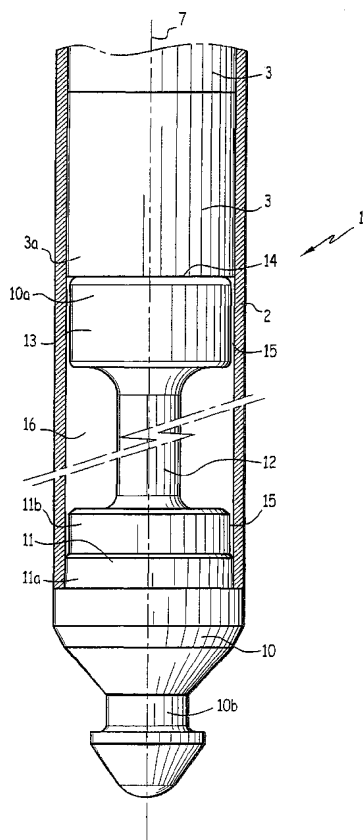
(30) Données relatives à la priorité :  
0315185 22 décembre 2003 (22.12.2003) FR

(81) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: FUEL PENCIL FOR A NUCLEAR REACTOR

(54) Titre : CRAYON DE COMBUSTIBLE POUR UN REACTEUR NUCLEAIRE



(57) **Abstract**: The nuclear reactor (1) comprises a lower stopper (10) sealingly fixed to a lower end of the tubular casing (2) of the pencil which comprises a part (10a) which is internal to the casing (2) successively comprising a first cylindrical section (11) having a diameter which is substantially equal to the inner diameter of the tubular casing (2); a second cylindrical section (12) whose diameter is smaller than the inner diameter of the tubular casing (2); and a third cylindrical section (13) whose inner diameter is smaller than the inner diameter of the tubular casing (2) and greater than the diameter of the second cylindrical section (12), such that 1-2 tenths of a millimeter radial play is created in the gas passage between the outer surface of the third section (13) and the inner surface of the casing (8). The fuel pellet column (3) rests on a substantially planar upper surface (14) of the third cylindrical section (13) of the inner part (10a) of the stopper (10). An annular space (16) for the expansion of gas making up a plenum which is complementary to the fuel pencil is defined between the outer surface of the second cylindrical section (12) of the inner part (10a) of the stopper (10) and the inner surface of the tubular casing (2).

(57) **Abrégé** : Le crayon de combustible (1) comporte un bouchon inférieur (10) fixé de manière étanche à une extrémité inférieure de la gaine tubulaire (2) du crayon qui comporte une partie (10a) interne à la gaine (2) présentant, successivement, dans la direction axiale (7) de la gaine tubulaire (2), depuis l'extrémité inférieure de la gaine tubulaire (2), un premier tronçon cylindrique (11) ayant un diamètre sensiblement égal au diamètre intérieur de la gaine tubulaire (2), un second tronçon cylindrique (12) ayant un diamètre inférieur au diamètre intérieur de la gaine tubulaire (2) et un troisième tronçon cylindrique (13) ayant un diamètre inférieur au diamètre intérieur de la gaine tubulaire (2) et supérieur au diamètre du second tronçon cylindrique (12) de manière qu'il subsiste un jeu radial de passage de gaz de 1 à 2 dixièmes de millimètre entre la surface extérieure du troisième tronçon (13) et la surface intérieure de la gaine (8). La colonne de pastilles de combustible (3) repose sur une surface supérieure (14) sensiblement plane du troisième tronçon cylindrique (13) de la partie interne (10a) du bouchon (10). Un espace annulaire (16) d'expansion de gaz constituant un plenum complémentaire du crayon de combustible est délimité entre la surface extérieure du second tronçon cylindrique (12) de la partie interne (10a) du bouchon (10) et la surface interne de la gaine tubulaire

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/071691 A3



CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

**(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:**

3 novembre 2005

**(84) États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/FR2004/003103

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 G21C3/17 G21C3/10 G21C3/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 804 710 A (BRESNICK S) 16 April 1974 (1974-04-16)	1
A	column 1, lines 16-57; figures 1-3	3
X	NL 7 702 531 A (BELGONUCLEAIRE S.A. EN CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE "C.E.N.",) 12 September 1978 (1978-09-12) page 2	1,2
X	US 4 046 631 A (CLAPHAM ET AL) 6 September 1977 (1977-09-06)	1
A	column 2, line 61 - column 4, line 5	3
X	US 4 111 748 A (HAYASHI ET AL) 5 September 1978 (1978-09-05) column 3, line 38 - column 4, line 46	1,5
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2005

Date of mailing of the international search report

16/08/2005

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jandl, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/003103

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 198 48 581 C (SIEMENS AG)  20 April 2000 (2000-04-20)  column 1, lines 3-20  column 2, lines 45-58; figures 1,2  -----</p>	1,3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/003103

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3804710	A	16-04-1974	NONE	
NL 7702531	A	12-09-1978	NONE	
US 4046631	A	06-09-1977	GB 1404234 A BE 804889 A1 DE 2346463 A1 ES 418797 A1 FR 2209170 A1 IT 996701 B JP 1073940 C JP 49092495 A JP 56018917 B SE 413710 B	28-08-1975 14-03-1974 04-04-1974 01-07-1977 28-06-1974 10-12-1975 30-11-1981 03-09-1974 02-05-1981 16-06-1980
US 4111748	A	05-09-1978	JP 51149490 A JP 51162200 U JP 58047440 Y2	22-12-1976 23-12-1976 28-10-1983
DE 19848581	C	20-04-2000	DE 19848581 C1	20-04-2000

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G21C3/17 G21C3/10 G21C3/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G21C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 3 804 710 A (BRESNICK S) 16 avril 1974 (1974-04-16)	1
A	colonne 1, ligne 16-57; figures 1-3	3
X	NL 7 702 531 A (BELGONUCLEAIRE S.A. EN CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE "C.E.N.",) 12 septembre 1978 (1978-09-12) page 2	1,2
X	US 4 046 631 A (CLAPHAM ET AL) 6 septembre 1977 (1977-09-06)	1
A	colonne 2, ligne 61 - colonne 4, ligne 5	3
X	US 4 111 748 A (HAYASHI ET AL) 5 septembre 1978 (1978-09-05) colonne 3, ligne 38 - colonne 4, ligne 46	1,5
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## ° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 juillet 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16/08/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Jandl, F

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 198 48 581 C (SIEMENS AG) 20 avril 2000 (2000-04-20) colonne 1, ligne 3-20 colonne 2, ligne 45-58; figures 1,2 -----	1,3

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/003103

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3804710	A	16-04-1974	AUCUN	
NL 7702531	A	12-09-1978	AUCUN	
US 4046631	A	06-09-1977	GB 1404234 A	28-08-1975
			BE 804889 A1	14-03-1974
			DE 2346463 A1	04-04-1974
			ES 418797 A1	01-07-1977
			FR 2209170 A1	28-06-1974
			IT 996701 B	10-12-1975
			JP 1073940 C	30-11-1981
			JP 49092495 A	03-09-1974
			JP 56018917 B	02-05-1981
			SE 413710 B	16-06-1980
US 4111748	A	05-09-1978	JP 51149490 A	22-12-1976
			JP 51162200 U	23-12-1976
			JP 58047440 Y2	28-10-1983
DE 19848581	C	20-04-2000	DE 19848581 C1	20-04-2000